

DÉMARCHE DE RÉDUCTION DES RISQUES

1. Introduction

De façon générale, toutes actions visant à réduire les risques commencent par une analyse des risques. Le document *DÉMARCHE D'ANALYSE DES RISQUES* a présenté les premières étapes de la démarche d'analyse et de réduction des risques, retenue dans le cadre de ce cours.

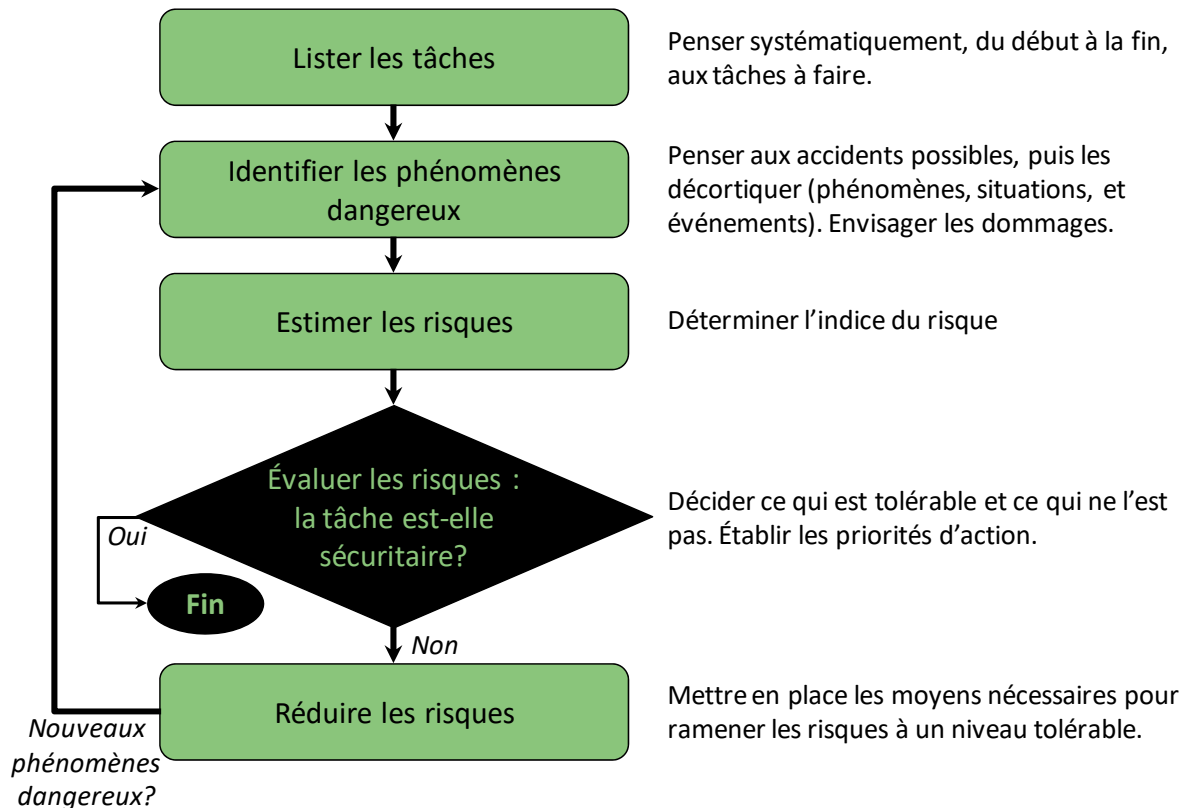


Figure 1 : Démarche d'analyse et de réduction des risques retenue pour ce cours

Ainsi, après avoir listé les tâches (ou manipulations), après avoir identifié les différents phénomènes dangereux présents durant celles-ci puis après avoir estimé et évalué les risques, la dernière étape peut s'amorcer : la réduction des risques. Cette dernière s'avère nécessaire lorsqu'il y a présence de scénarios d'accident dont le niveau de risque est jugé trop élevé pour être tolérable.

Le présent document décrira dans un premier temps les différentes catégories de moyens de réduction des risques, pour ensuite discuter de leur efficacité. Une dernière section mettra en lumière le caractère itératif de la démarche d'analyse et de réduction des risques.

ENFIN, des exemples d'analyse et de réduction des risques sont disponibles dans la section *DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE*.

2. Description des catégories de moyens de réduction des risques

Lorsqu'il aura été jugé nécessaire de réduire les risques, les différentes catégories de moyens qui suivent peuvent être considérées, en respectant autant que possible leur ordre.

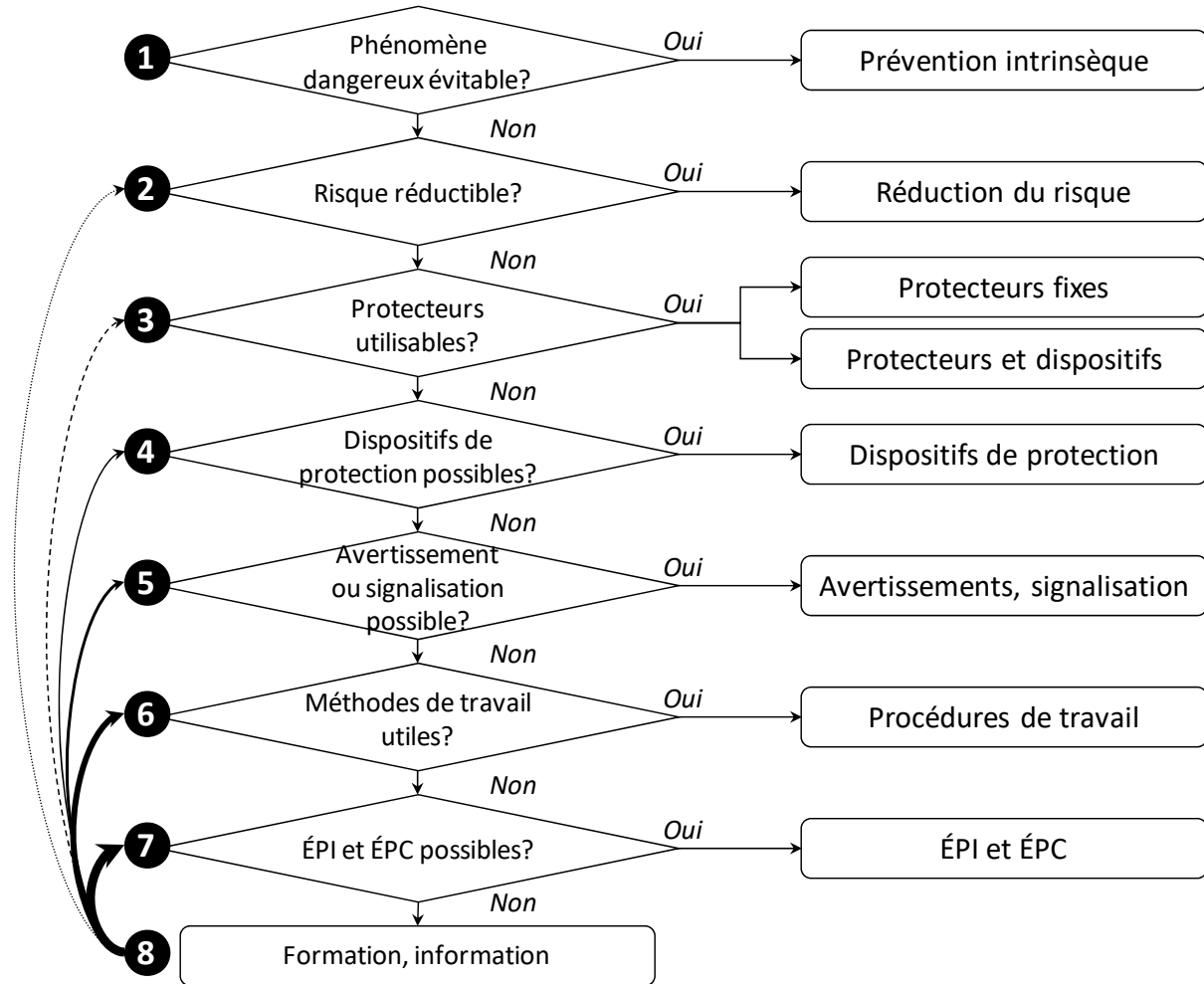


Figure 2 : Catégories de moyens de réduction des risques

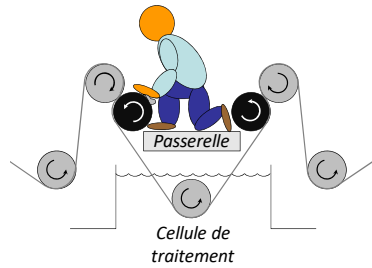
2.1 Prévention intrinsèque

La première catégorie de moyens consiste à supprimer le phénomène dangereux. Il s'agit du plus haut niveau de sécurité qu'il est possible d'atteindre, car en supprimant le phénomène dangereux, l'élément fondamental du processus accidentel est supprimé.

Autrement dit, pas de phénomène dangereux, pas d'accident possible. C'est pourquoi, en matière de sécurité, la prévention intrinsèque est l'objectif ultime [1] [2] [4] [6].

Dans l'exemple de la machine de traitement chimique des feuilles de métal, plusieurs exemples de phénomène dangereux avaient été identifiés :

- angles rentrants (près de la main et près d'un pied);
- effets de la gravité (travail sur une passerelle);
- produits chimiques utilisés (vapeur montant du bassin);
- force de tension exercée sur la feuille de métal;
- éléments de machine pouvant être devenus sous tension.



Dans une optique de prévention intrinsèque, voici des exemples de solutions qu'il aurait été possible d'imaginer :

- les angles rentrants (au pied et à la main) auraient pu être éliminés si les rouleaux avaient été espacés;
- les effets de la gravité auraient pu être réduits si les cellules de traitement avaient été placées dans des fosses et si la machine avait été au niveau du sol;
- les dommages associés aux produits chimiques auraient été évités si le choix de ces derniers avait été fait en considérant leurs effets nuls sur la santé;
- la force de tension sur la feuille de métal aurait été significativement moindre si son entraînement avait été assuré par des rouleaux à surface adhérente, plutôt que par une forte tension maintenue entre la feuille et les rouleaux d'acier inoxydable lisses;
- aucun élément de machine ne pourrait devenir sous tension si... une autre source d'énergie était utilisée pour l'entraîner !

Les exemples de solution proposés ci-dessous montrent déjà un premier défi associé à la prévention intrinsèque : elle est très difficile à mettre en œuvre une fois qu'une machine, un équipement, un procédé ou une installation a été construit. En effet, espacer les rouleaux ou installer les cellules de traitement dans des fosses implique des modifications majeures et coûteuses. Si ces solutions avaient été prévues dès le départ, il aurait été plus facile de les implanter.

Une seconde difficulté concerne la faisabilité technique. Par exemple, est-il simplement possible d'utiliser des rouleaux avec une surface adhérente (en caoutchouc, par exemple) sans qu'il y ait interaction chimique avec les produits utilisés pour le traitement de la feuille ? De la même manière, aurait-il été possible d'utiliser d'autres produits chimiques qui permettraient la même qualité de production tout en s'assurant que leurs effets sur la santé auraient été négligeables ? De même, peut-on envisager une telle machine qui ne serait pas mue par des moteurs électriques ?

Enfin, une troisième difficulté associée à la prévention intrinsèque est sa mise en œuvre spécifiquement pour les tâches et les manipulations à caractère expérimental, soit celles que l'on retrouve généralement dans les laboratoires de recherche. En effet, supprimer le phénomène

dangereux y est rarement possible. Par exemple, comment pourrait-on envisager de faire des expérimentations chimiques sans acide ou autres produits dangereux ? Comment faire des essais destructifs sur des poutres de béton sans que les phénomènes dangereux associés à la gravité terrestre soient présents ? Comment faire la calibration de moteurs à combustion sans présence d'essence ou autres combustibles ? Comment travailler de longues heures devant un ordinateur sans effectuer de mouvements répétitifs au clavier ou avec la souris ?

Bref, si la prévention intrinsèque correspond au plus haut niveau de sécurité qu'il est possible d'atteindre, elle est aussi la plus difficile à mettre en œuvre, *a fortiori* dans les laboratoires de recherche.

2.2 Réduction du risque

La seconde catégorie de moyens pour réduire les risques consiste à rechercher des solutions qui auront pour effet de diminuer directement l'indice de risque. Pour comprendre cette idée, il importe de rappeler le graphe utilisé pour obtenir cet indice.

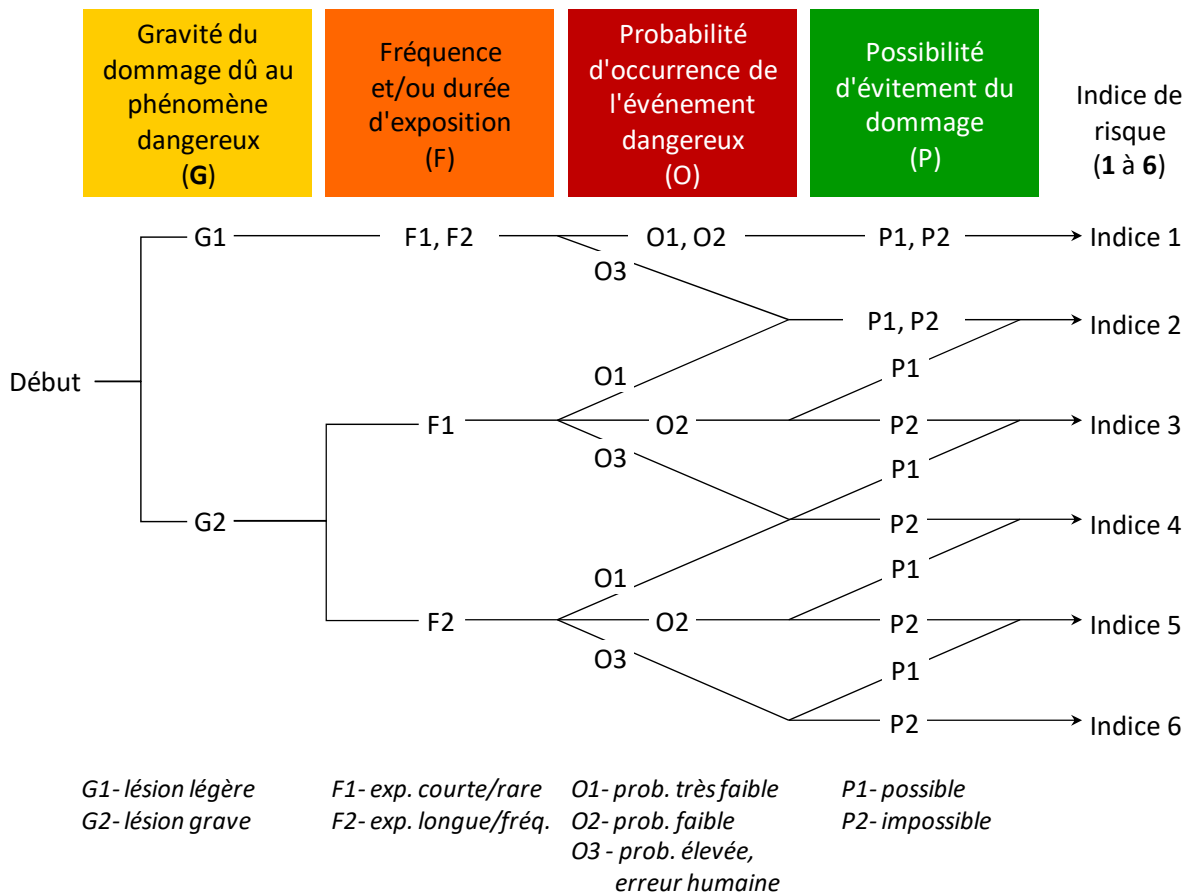


Figure 3 : Graphe utilisé pour obtenir un indice de risque

À défaut de parvenir à supprimer un phénomène dangereux quelconque, on remarque selon ce graphe qu'une amélioration notable de la sécurité pourrait résulter si on faisait en sorte que les dommages possibles résultants d'un phénomène dangereux étaient moins graves. En effet, en maintenant les autres paramètres à leur niveau le plus élevé (F2-O3-P2), l'indice de risque résultant du passage de G2 à G1 serait de 2 plutôt que de 6. Par exemple, cela pourrait se faire en utilisant des acides moins concentrés, en diminuant les vitesses et les forces associées à des pièces en mouvement, en installant des valves de sécurité pour limiter l'accumulation de pression, etc.

Si aucune solution ne vient à l'esprit pour permettre de passer de G2 à G1, on s'intéressera ensuite au paramètre de la fréquence et de la durée d'exposition. En effet, en passant de G2-F2-O3-P2 à G2-F1-O3-P2, l'indice de risque passe de 6 à 4. Cela pourrait se faire, par exemple, en automatisant certaines tâches, en préparant mieux une intervention en vue de raccourcir sa durée, etc.

Si la diminution de la fréquence ou de la durée d'exposition n'est pas possible, on s'intéressera alors à rendre moins probable l'occurrence d'un événement dangereux (passer de O3 à O2, ou même à O1). Un exemple qui illustre bien cette idée est celui des freins ABS : ils ont été conçus afin de rendre moins probable la perte de contrôle d'un véhicule (événement dangereux) lorsqu'une manœuvre d'urgence doit être faite ou lorsque la chaussée est glissante.

Enfin, lorsqu'aucune solution ne permet de réduire la gravité des dommages, ni la fréquence ou la durée d'exposition, ni la probabilité d'occurrence d'un événement dangereux, on peut essayer d'imaginer un moyen pour rendre possible l'évitement du dommage. Le fait de passer de P2 à P1 donne un gain en sécurité (indice de risque diminué de 1 selon la figure 3). Par exemple, une alarme d'incendie, qui informe les personnes d'évacuer un bâtiment avant qu'elles ne soient victimes de dommage résultant du feu ou des fumées toxiques.

Bref, il s'agit ici d'imaginer des solutions qui auront pour effet de réduire l'indice de risque. On retient ici que les plus grands gains sont obtenus en tentant de passer de G2 à G1, sinon de F2 à F1. En pratique, on s'intéresse moins aux solutions visant à réduire la probabilité d'occurrence (O) ou la possibilité d'évitement (P). La section 3 explique pourquoi.

2.3 Utilisation de protecteurs

La troisième catégorie de moyens de réduction des risques consiste à installer un protecteur, c'est-à-dire un « élément de machine utilisé spécifiquement pour assurer une protection au moyen d'une barrière matérielle » [1]. Les protecteurs doivent être conçus et installés de manière à rendre impossible l'accès à la zone dangereuse tant qu'ils sont en place. La norme ISO 13852 [5] donne plusieurs indications utiles pour leur conception, dont la grosseur du maillage et les distances à respecter.

Par ailleurs, il existe deux grandes catégories de protecteurs. La première concerne les protecteurs fixes, pour lesquels un outil est nécessaire pour pouvoir les retirer. Ils sont à

privilégier autant que possible, sauf lorsque des besoins d'accès sont fréquents (pour le nettoyage, l'alignement ou la maintenance d'une partie de machine, par exemple).

Dans ce cas, on privilégiera la seconde catégorie de protecteurs, soit ceux auxquels est associé un dispositif de protection. Essentiellement, il s'agit d'un protecteur pouvant s'ouvrir sans outil (en le faisant pivoter ou coulisser, par exemple) mais dont l'ouverture est détectée par un dispositif (interrupteur électromécanique, à clé, magnétique, optique). La figure suivante en présente un exemple.

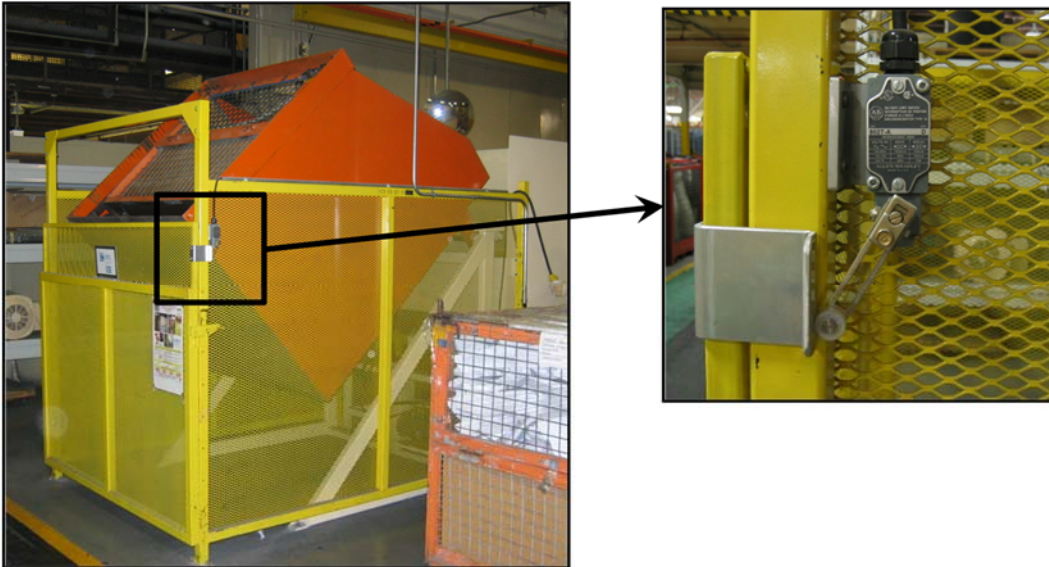


Figure 4 : Exemple de protecteur auquel un dispositif de protection est associé

Le Règlement sur la santé et la sécurité du travail précise qu'un protecteur muni d'un dispositif de protection « doit posséder les caractéristiques suivantes :

- 1) *il provoque l'arrêt de la machine ou du fonctionnement des éléments dangereux de celle-ci, lorsqu'il est déplacé;*
- 2) *il rend impossible la mise en marche de la machine ou le fonctionnement des éléments dangereux de celle-ci tant et aussi longtemps qu'il est déplacé;*
- 3) *il ne provoque pas la mise en marche de la machine ou des éléments dangereux de celle-ci, lorsqu'il est replacé. » [3]*

2.4 Utilisation de dispositifs de protection

Lorsque l'utilisation de protecteurs n'est pas possible, alors on peut recourir à des dispositifs de protection. Contrairement aux protecteurs, les dispositifs de protection ne sont pas des barrières matérielles. Il s'agit de diverses technologies qui permettent d'assurer un haut niveau de sécurité, grâce à la détection des personnes qui accèdent à une zone dangereuse.

Par exemple, il peut s'agir d'un rideau optique (dispositif émettant une série de faisceaux infrarouges commandant un arrêt des fonctions dangereuses dès qu'au moins un faisceau est occulté), de commandes bi-manuelles (activation des mouvements dangereux à la suite d'une commande nécessitant l'action des deux mains), de tapis sensibles (dispositif commandant un arrêt des mouvements dangereux dès qu'une variation de poids au sol est détectée), de dispositifs de validation (commande nécessitant une action maintenue pour permettre les mouvements dangereux), etc.

Les dispositifs de protection sont nombreux et variés, mais surtout en constante évolution grâce à des innovations technologiques de toutes sortes.

2.5 Avertissement et signalisation

Cette catégorie de moyens de réduction des risques concerne tous avertissements, signalisations et autres approches qui visent à signaler à l'utilisateur la présence d'un phénomène dangereux ou l'occurrence d'un événement dangereux.

Par exemple, il peut s'agir de pictogrammes avertissant de la présence d'angles rentrants, de tensions électriques élevées, de surfaces chaudes. On y retrouve aussi les étiquettes apposées sur les produits chimiques pour aviser l'utilisateur des phénomènes dangereux associés à un produit : toxicité, réactivité, corrosivité, etc. D'ailleurs, l'étiquetage des produits chimiques est soumis à un cadre très strict, régi à travers le *Système d'Identification des Matières Dangereuses Utilisées au Travail*, que l'on appelle communément le SIMDUT (se référer au besoin au document intitulé *SIMDUT*).

De même, les différentes alarmes font partie de cette catégorie. Ainsi, lorsque de la fumée ou d'autres gaz potentiellement dangereux sont détectés, lorsqu'une chaleur inhabituelle est détectée, une alarme retentit pour avertir les personnes qu'un phénomène dangereux s'est produit et qu'une évacuation est nécessaire pour éviter qu'elles subissent des dommages.

On comprendra ici l'importance de veiller à préserver l'intégrité et le bon fonctionnement des dispositifs de détection, à respecter la consigne d'évacuation et bien évidemment, à ne pas déclencher ces alarmes pour le simple plaisir...

2.6 Méthodes de travail

Les méthodes de travail sont souvent nécessaires pour accomplir en toute sécurité certaines tâches ou manipulations. Par exemple, la manipulation de lasers, le travail en hauteur, l'utilisation des bancs humides dans les salles blanches, la manutention de produits biologiques, l'utilisation de sources radioactives sont autant d'exemples où les méthodes de travail sont bien connues et doivent être respectées pour préserver la santé et assurer la sécurité des utilisateurs. D'ailleurs, pour ces exemples, des formations complémentaires sont généralement nécessaires pour s'assurer de la compréhension des méthodes de travail qui s'y rattachent (voir également la section 2.8).

Par ailleurs, la plupart des laboratoires de la faculté de génie affichent les règles et méthodes de travail devant être respectées. Si elles ne sont pas affichées, il faut alors demander à la personne responsable du laboratoire quelles sont les méthodes de travail à respecter. Si celles-ci ne sont pas encore établies, il faut alors s'atteler à la tâche, faire une bonne analyse des risques et établir les méthodes de travail devant être respectées.

Enfin, une méthode de travail s'applique à la quasi-totalité des laboratoires de la faculté de génie : **toujours travailler en compagnie d'une autre personne**. En cas d'accident, une aide efficace et rapide pourrait alors être apportée !



2.7 Équipements de protection (individuelle et collective)

Lorsque les précédentes catégories de moyens de réduction des risques n'auront pas permis de trouver des solutions pleinement sécuritaires et que des risques résiduels subsistent, les équipements de protection, individuelle et collective, sont à envisager.

Les équipements de protection individuelle (ÉPI) visent à protéger différentes parties du corps d'une personne :

- la tête (casque de sécurité, filet pour les cheveux);
- les oreilles (bouchons, coquilles);
- les yeux (lunettes protectrices);
- le visage entier (visière);
- les mains (gants);
- les pieds (chaussures de sécurité);
- le corps au complet (sarrau, harnais pour le travail en hauteur, vêtement de flottaison individuelle pour les travaux sur ou près des cours d'eau);
- le système respiratoire (masque).

Les ÉPI sont très variés. Par exemple, on retrouve plusieurs types de gants, chacun étant conçu pour se protéger de phénomènes dangereux spécifiques. Ainsi, on serait bien mal avisé de manipuler des acides concentrés avec de simples gants de coton. À cet effet, les fiches signalétiques associées aux produits dangereux comportent des explications pour le contrôle de l'exposition et donnent des indications très précises pour les ÉPI à porter. **À titre indicatif, l'annexe A présente quelques règles en matière d'ÉPI.**

Cependant, comme toutes autres solutions pour la sécurité, une bonne analyse de risque est de mise avant de choisir de porter un ÉPI. Par exemple, le port de gants ou d'un sarrau lors de l'usinage de pièces protège certes des légères brûlures et coupures possibles en raison de la projection de copeaux, mais il pourrait conduire à un accident beaucoup plus grave. Advenant un

contact soudain entre un gant ou un sarrau et un outil de coupe en rotation, un enroulement pourrait survenir et occasionner des fractures, des amputations, voire un décès.

Bref, avant de porter un ÉPI, il importe de vérifier d'abord si celui-ci est bel et bien adapté pour se protéger des phénomènes dangereux présents et si le port d'un ÉPI pourrait devenir en soit une nouvelle source d'accident.

Enfin, les équipements de protection collective (ÉPC) correspondent à ceux installés dans les laboratoires et qui visent à protéger les personnes de divers phénomènes dangereux. Les ÉPC comprennent, par exemple, les extincteurs, les bains oculaires, les douches d'urgence, les détecteurs de gaz et de chaleurs, les armoires de rangement des produits chimiques, les hottes assurant la ventilation pour la manipulation de produits chimiques. D'ailleurs, on notera au passage que ces dernières ne doivent en aucun cas servir d'armoires de rangement! Leur surface doit être libérée après chaque période de travail, de manière à limiter l'occurrence d'événements dangereux bêtes (accrocher un contenant, par exemple).



Figure 5 : Exemples d'équipement de protection collective

2.8 Formation et information

La dernière catégorie de moyens de réduction des risques est la formation et l'information. On y retrouve donc toutes les sources d'information relatives à l'utilisation de produits dangereux (fiches signalétiques, étiquetage), à la manipulation d'outils, de machines et d'autres équipements (manuel d'utilisation), aux sources de rayonnement (étiquetage). De même, on y englobe les multiples formations offertes pour apprendre aux personnes à effectuer des tâches et manipulations en toute sécurité.

À titre indicatif, la division *Santé et sécurité en milieu de travail et d'études* du Service des immeubles de l'Université de Sherbrooke offre les formations suivantes, dont certaines pourraient être exigées pour travailler dans les laboratoires de la Faculté de génie :

- Laser
- Travail en hauteur
- Manutention de charge
- Amiante
- Radioprotection
- Ergonomie
- Nacelle télescopique
- Pont roulant
- Installation d'eau potable
- Chantier de construction
- Pistolet de scellement
- Espace clos
- Cadenassage
- Appareil respiratoire autonome
- Travail à chaud
- Environnement
- Biosécurité
- Chariot élévateur
- Échafaudage
- Masques à cartouche
- Arc flash
- Règlement sur le transport des marchandises dangereuses

En fait et comme l'indique la figure 2, cette catégorie de moyens de réduction des risques s'avère presque toujours nécessaire, sauf pour la prévention intrinsèque. En effet, il ne serait pas utile d'informer les personnes de l'absence de phénomène dangereux ! De même, toujours selon la figure 2, on peut remarquer que l'intensité de la formation et de l'information requises croît à mesure que l'on s'éloigne de la prévention intrinsèque. C'est normal, puisqu'il n'est pas nécessaire de consacrer beaucoup de temps à expliquer pour quelles raisons un protecteur a été installé, comparativement au temps requis pour bien former et sensibiliser les personnes aux méthodes de travail ou au port d'ÉPI, par exemple.

3. Efficacité des moyens de réduction des risques

Dans les milieux industriels, il est admis qu'on « *devrait tenter par tous les moyens d'éliminer les phénomènes dangereux ou de réduire le risque par la conception ou des mesures de protection avant de se tourner vers les autres mesures de prévention* », référant ici aux avertissements, à la signalisation, aux méthodes de travail, au port d'ÉPI et à l'installation d'ÉPC [1]. Ce qu'il faut comprendre ici, c'est que si ces mesures sont souvent utiles, elles sont cependant reconnues comme étant moins efficaces.

Une façon d'illustrer cette idée consiste à juxtaposer les catégories de moyens pour la réduction des risques, au processus accidentel. C'est ce que présente la figure suivante.

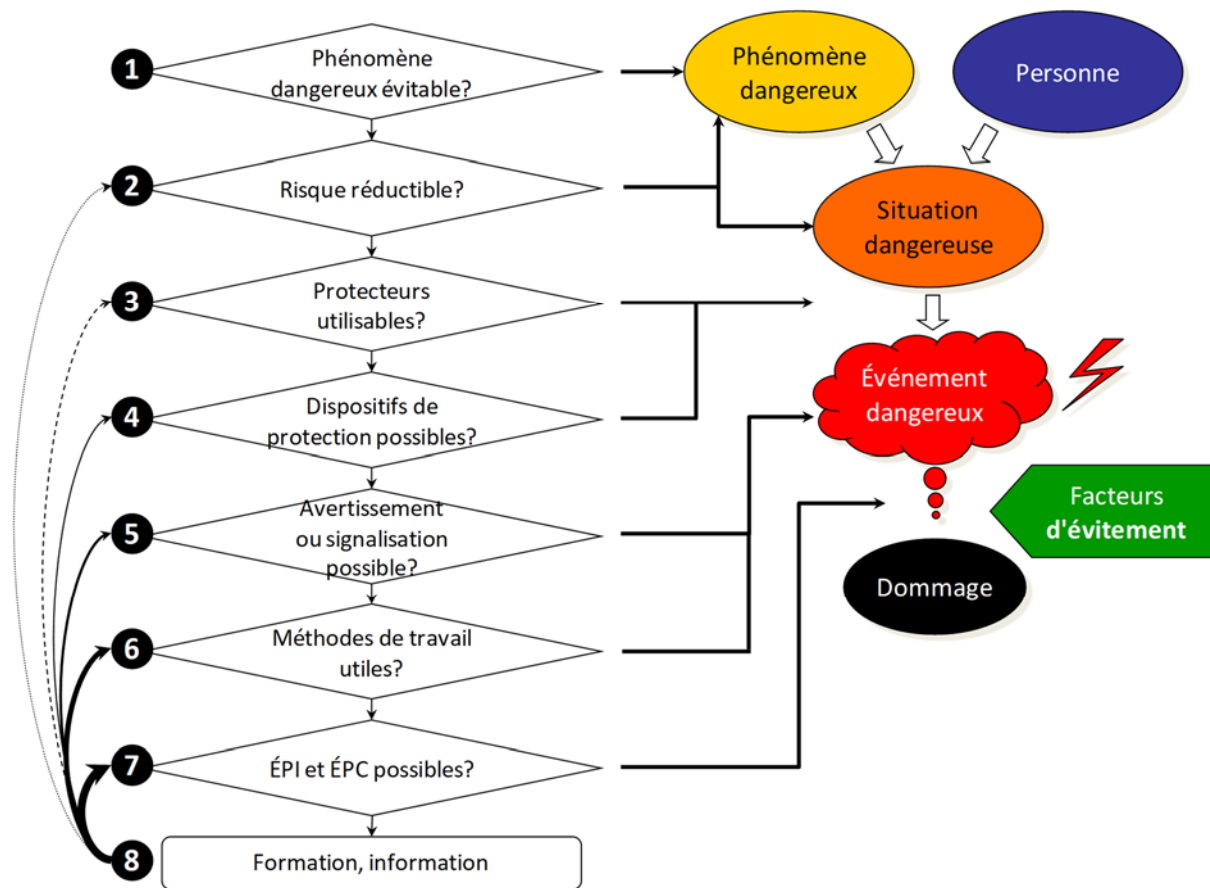


Figure 6 : Juxtaposition des catégories de moyens de réduction des risques au processus accidentel

Dans cette figure, on découvre qu'à mesure que l'on s'éloigne de la prévention intrinsèque, les moyens de réduction des risques interviennent de plus en plus près du dommage dans le processus accidentel. Autrement dit :

- la catégorie « Prévention intrinsèque » vise à éliminer le phénomène dangereux, lequel est la base même du processus accidentel;
- la catégorie « Réduction du risque » vise à rendre les dommages associés au phénomène dangereux moins graves (passer de G2 à G1) ou à rendre la situation dangereuse moins fréquente (passer de F2 à F1);
- les catégories « Protecteurs » et « Dispositifs de protection » proposent des moyens d'empêcher l'occurrence d'un événement dangereux (garantir O1);
- les catégories « Avertissement ou signalisation » et « méthodes de travail » existent principalement dans le but de limiter la probabilité d'occurrence des événements dangereux (passer de O3 à O2);
- la catégorie « ÉPI ou ÉPC » reconnaît que des événements dangereux se produiront et cherche à permettre d'éviter ou de limiter les dommages (passer de P2 à P1).

Bref, on constate que plus on choisit des moyens de réduction des risques appartenant aux catégories inférieures, plus on se rapproche du dommage dans le processus accidentel, et donc moins efficaces sont ces moyens pour assurer la sécurité. La principale raison est une question de fiabilité : plutôt que de reposer sur des principes et technologies éprouvés, la fiabilité des moyens des catégories inférieures repose sur la volonté de l'être humain à bien vouloir les respecter. D'ailleurs, qui n'a jamais omis de porter des lunettes protectrices (ÉPI) ou encore, n'a jamais dépassé la limite de vitesse sur une autoroute (signalisation) ?

Maintenant, qu'en est-il pour la plupart des laboratoires de recherche ? Considérant la nature très expérimentale des travaux qui s'y font, la plupart des moyens de réduction des risques qu'il est possible de mettre en place appartiennent aux catégories inférieures. Par exemple, pour un laboratoire nécessitant plusieurs manipulations avec des acides puissants :

- Peut-on imaginer d'éliminer la présence des acides (prévention intrinsèque) ? Non !
- Peut-on imaginer des acides qui feront moins de dommage (réduction du risque en passant de G2 à G1) ? Ce n'est pas certain...
- Peut-on imaginer une barrière fixe (protecteur) entre l'acide et la personne ? Non !
- Peut-on imaginer une technologie qui neutraliserait l'acide dès qu'un contact soudain serait imminent (dispositif de protection) ? Non !
- Peut-on imaginer une alarme prévenant la personne qu'elle sera vraisemblablement exposée à l'acide (avertissement) ? Non ! Peut-on penser au moins à lui signaler que le produit est dangereux (signalisation) ? Oui (étiquetage SIMDUT).
- Peut-on lui montrer comment bien manipuler les acides (méthode de travail) ? Oui.
- Peut-on mettre à sa disposition des équipements de protection (ÉPI ou ÉPC) ? Oui.

Ce qu'il importe ici de retenir, c'est que la plupart des moyens visant à réduire les risques dans les laboratoires de recherche appartiennent à des catégories reconnues comme étant moins efficaces, principalement parce que la fiabilité de ces moyens repose sur la volonté des personnes à les respecter. **Si chaque personne œuvrant dans un laboratoire de recherche a bien compris cela, elle devrait être plus encline à respecter les règles et méthodes de travail mises en place. Il en va de leur propre sécurité !**

4. Caractère itératif de la démarche d'analyse et de réduction des risques

La démarche d'analyse et de réduction des risques est itérative, comme le représente la flèche de retour reliant l'étape « Réduire les risques » à celle « Identifier les phénomènes dangereux », dans la figure 1. En effet, après avoir identifié des moyens pour réduire les risques existants, on doit vérifier que ces moyens réduisent suffisamment les risques et surtout, qu'ils n'induisent pas de nouveaux phénomènes dangereux.

Par exemple, afin d'améliorer une situation dans laquelle une personne était exposée à des postures contraignantes, on aurait pu décider d'installer un marchepied afin d'élever un peu cette personne, lui permettant de travailler plus aisément. Par contre, l'ajout du marchepied induira un nouveau phénomène dangereux : ne travaillant plus à la hauteur du sol, cette personne se

trouvera exposée aux effets de la gravité terrestre et pourrait chuter. On doit alors se questionner sur la pertinence du moyen retenu (installer un marchepied) ou encore, rechercher une autre solution (abaisser le plan de travail, installer une plus grande plateforme avec des garde-fous).

Ainsi, pensant bien faire, il arrive que la mise en place d'un moyen visant à améliorer la sécurité entraîne de nouveaux phénomènes dangereux. C'est l'objectif du caractère itératif : éviter que ces effets pervers ne se produisent.

Lorsqu'après analyse, on en vient à la conclusion que les moyens retenus réduisent suffisamment les risques présents **et** que ces moyens n'engendrent pas de nouveaux phénomènes dangereux représentant des risques non tolérables, la démarche prend fin.

5. Conclusion

Il existe plusieurs moyens de réductions des risques, regroupés en huit grandes catégories :

- 1) supprimer le phénomène dangereux;
- 2) réduire les risques (passer de G2 à G1, de F2 à F1);
- 3) installer des protecteurs (fixes ou associés à des dispositifs de protection);
- 4) mettre en place des dispositifs de protection;
- 5) prévoir des avertissements, des signalisations;
- 6) élaborer des méthodes de travail;
- 7) porter des ÉPI ou installer des ÉPC;
- 8) former et informer les personnes des risques résiduels.

La hiérarchie de ces catégories est importante à respecter. Autant que possible, les quatre premières sont à privilégier, car elles reposent sur des principes et des technologies éprouvés. Les quatre dernières sont reconnues comme étant moins efficaces, pour une question de fiabilité : celle-ci repose essentiellement sur la volonté des personnes à respecter les moyens mis en place pour assurer leur propre sécurité.

Lorsqu'on juge les moyens mis en place suffisants et qu'ils n'engendrent pas de nouveaux phénomènes dangereux, la démarche d'analyse et de réduction des risques prend fin.

6. Références

- [1] CSA Z432-4, *Protection des machines*, Association canadienne de normalisation, 2005.
- [2] Gouvernement du Québec, *Loi sur la santé et la sécurité au travail (LSST, c.S-2.1)*, http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/S_2_1/S2_1.html.
- [3] Gouvernement du Québec, *Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST, c.S-2.1, r. 13)*, http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/S_2_1/S2_1R13.HTM.
- [4] ISO/CD 12100-1, *Sécurité des machines, Notions fondamentales, Principes généraux de conception – Partie 1 : Terminologie de base, Méthodologie*, Projet de norme internationale, 1998.
- [5] ISO/CD 13852, *Sécurité des machines – Distances de sécurité pour empêcher l'atteinte des zones dangereuses par les membres supérieurs*, Norme internationale, 1996.
- [6] ISO/DIS 14121, *Sécurité des machines, Principes pour l'appréciation du risque*, Projet de norme internationale, 1998.

ANNEXE A

RÈGLES ÉLÉMENTAIRES POUR LES ÉPI ET LES ÉPC

1. Protection du visage

1.1 Lunettes de protection

À l'intérieur des laboratoires utilisant des produits chimiques, les lunettes de sécurité doivent être portées en tout temps. Cette obligation s'étend non seulement aux employés et aux étudiants, mais aussi à toute personne entrant dans les laboratoires : visiteurs, ouvriers, etc. Les responsables du laboratoire ont la stricte responsabilité d'appliquer ce règlement en tout temps. Des lunettes de sécurité supplémentaires doivent être fournies dans des boîtes appropriées à l'entrée des laboratoires.



Dans les laboratoires de recherche biologique, le port des lunettes de protection est requis lors de manipulations de produits chimiques ou de matières biologiques risquant de produire des éclaboussures. Le travail avec des animaux requiert également le port de lunettes de sécurité.

Les lunettes de sécurité avec prescription doivent être munies de protecteurs latéraux supplémentaires et doivent répondre aux normes de l'American National Standard Institute (ANSI 287.1).



Certains modèles de lunettes de sécurité se portent par-dessus les lunettes correctrices.



Le port de lentilles cornéennes est permis mais est cependant déconseillé aux personnes qui travaillent dans le laboratoire pendant la manipulation de produits chimiques volatils. Cependant, les employés et les étudiants qui portent des lentilles cornéennes doivent en aviser les personnes responsables du laboratoire. Elles ne remplacent pas les lunettes de sécurité.

Lors de la manipulation de produits volatils en-dehors des hottes et s'ils sont irritants pour les yeux, le port de «goggles», soient des lunettes fermées sur tous les côtés, est recommandé.



1.2 Écran de protection

La fenêtre de la hotte constitue une bonne protection contre les éclaboussures de produits corrosifs ou dangereux, il est tout de même suggéré de porter des lunettes de protection en plus de travailler avec la vitre baissée devant son visage.

Le masque facial devrait être porté chaque fois qu'une manipulation comporte un danger d'explosion ou de projection. Il sert également à protéger des projections de liquides cryogéniques et de liquides portés à une température élevée. Un écran résistant aux explosions peut aussi être placé entre le montage et le travailleur.



1.3 Les cheveux

Les cheveux longs doivent être attachés de façon sécuritaire dans les laboratoires, surtout lorsqu'une manipulation exige de travailler en présence d'une flamme nue ou avec des appareils comportant des parties mobiles. Le port d'un voile ou d'un foulard n'est pas recommandé, voire interdit lors du travail sur les machines ou montages avec pièces mobiles. S'ils sont portés au cou ou à la tête, ils doivent être portés de façon à ce qu'ils ne puissent pas s'accrocher; les parties de tissus excédentaires doivent être attachées au même titre que les cheveux.

2. Protection du corps

Les éléments de protection individuelle comme le sarrau et les gants ne doivent pas être portés dans les espaces communs (corridors, toilettes, salle d'ordinateurs, secrétariat...) et particulièrement dans les locaux contenant de la nourriture (cafétéria, salles de repos...).

2.1 Le port du sarrau

Le port du sarrau, attaché correctement, est obligatoire pour tous les employés et les étudiants travaillant dans un laboratoire. Le coton est privilégié pour ses propriétés non-inflammables. Si le travail requiert l'utilisation de composés pyrophoriques, ou d'une flamme, alors un traitement qui rend le tissu résistant au feu serait souhaitable. La fermeture du sarrau par bouton pression permet de l'enlever très rapidement, en cas de feu ou de renversement de produits. Il est recommandé de porter un sarrau atteignant les genoux, et dont les manches rejoignent les gants, pour ne pas laisser de peau non protégée.

2.2 La protection des mains

Dans les laboratoires de recherche de l'Université de Sherbrooke, le port des gants est requis lors de la manipulation de matériel comportant un risque d'éclaboussure, un risque biologique ou de contamination par la peau. Plus précisément, la présence de lésions cutanées sur les mains ou le travail avec des tissus humains/animaux nécessitent le port de gants puisque ces derniers sont susceptibles de présenter un risque pour la santé du manipulateur. Les gants doivent être retirés s'ils sont contaminés ou si le travail avec du matériel contaminé est achevé.

Plusieurs types de gants sont disponibles. Lors de la manipulation de produits chimiques, le port des gants appropriés aux produits utilisés est recommandé. Il est important de savoir que certains types de gants n'offrent qu'une protection temporaire ou très limitée aux divers produits chimiques puisqu'ils ont tendance à se dégrader ou sont perméables à certains produits.

Par exemple, les gants jetables en nitrile protègent de la majorité des solvants, mais sont perméables au THF et aux solvants chlorés en près de cinq minutes. De plus, les gants de Viton offrent une meilleure protection contre ces solvants que les gants de nitrile. D'autre part, lors d'une expérience impliquant le bromure d'éthidium, il est recommandé de porter des gants de nitrile plutôt que des gants de latex. Par contre, il est important de savoir que le nitrile offre une protection adéquate lors d'exposition à court terme, mais si vous devez manipuler pour une longue période de temps, il est préférable de doubler vos gants. Une fiche de sécurité chimique sur le bromure d'éthidium est disponible sur le site du Service de la mobilité, de la sécurité et de la prévention à l'adresse <https://www.usherbrooke.ca/smsp/securete/produits-chimiques#acc-7287-1238>.



Pour la manipulation d'acides ou de bases concentrées, il est recommandé d'utiliser un gant de néoprène du type gant à vaisselle d'une épaisseur suffisante et recouvrant entièrement les poignets. Les gants fins jetables peuvent être appropriés si seul un risque d'éclaboussure est présent, mais dès qu'une immersion dans un produit chimique est prévue, privilégiez des gants plus épais. Une fiche de sécurité chimique est disponible sur la sélection des bons gants sous <https://www.usherbrooke.ca/smsp/securete/produits-chimiques#acc-7287-1238>.



Le port des gants isolants est également recommandé afin d'éviter les risques de brûlures thermiques lors de la manipulation d'objets, de substances ou d'équipements ayant été soumis à des températures extrêmes. De plus, lors de l'utilisation d'équipements ou d'outils présentant un risque de coupure ou de perforation, il est recommandé de porter un gant résistant, comme un gant de travail en cuir ou en kevlar.



Des fournisseurs de gants suggèrent le matériau idéal pour une meilleure protection face à un produit chimique :

<http://www.showabestglove.com/site/chemrest/>

<http://www.mapaglove.com/ChemicalSearch.cfm?id=1>

http://www.ansellcanada.ca/pages/caracteristiques/8Pages_FINAL%20french.pdf

Afin de ne pas contaminer les téléphones, les calculatrices, les claviers d'ordinateurs et les poignées de porte avec des gants souillés, il est important de les retirer avant de les manipuler. La façon la plus sécuritaire de les retirer est de les retourner à l'envers, la peau ne devrait ainsi jamais entrer en contact avec la contamination. Ne cherchez pas à remettre des gants jetables

déjà utilisés. Pour des gants en néoprène, lavez-les à l'eau et faites-les sécher (intérieur et extérieur) avant de les porter à nouveau.

2.3 La protection des jambes

Dans la plupart des laboratoires chimiques, les employés doivent porter des pantalons longs. Les pantalons de types bermuda, capri ainsi que les bas de nylon sont interdits dans ces laboratoires. Par contre, dans les laboratoires de recherche biologique et médicale, le port des pantalons longs, bien qu'il soit recommandé en tout temps, est exigé uniquement lors de la manipulation de produits biologiques ou chimiques présentant un risque de contamination ou de blessure cutanée.

2.4 La protection des pieds

L'Université de Sherbrooke exige le port de chaussures fermées aux deux bouts et à talon plat en tout temps dans les laboratoires. Des chaussures fermées de type chausson de ballerine, ou espadrilles en filet, peuvent être autorisées ou non par le responsable du laboratoire. Le port de chaussures fermées recouvrant le pied en entier est toutefois obligatoire dans les laboratoires NC2 ou lors de la manipulation de radio-isotopes.

3. Protection du système respiratoire

3.1 Hotte chimique

Les manipulations impliquant l'utilisation de solvants et d'autres produits volatils (inflammables ou combustibles), d'acides ou de bases concentrées, doivent obligatoirement être effectuées sous une hotte chimique. Les opérations pouvant dégager des poussières ou des fumées nocives doivent également être effectuées sous une hotte. L'utilisateur doit s'assurer que sa hotte fonctionne de façon adéquate. Il est facile de vérifier le bon fonctionnement d'une hotte en attachant un bout de papier au bas de la vitre de la hotte. Le papier doit être aspiré vers l'intérieur.

La hotte offre la meilleure protection lorsque la vitre est baissée aux 2/3 environ. L'alarme sonore ne doit pas être mise sous silence, afin de prévenir l'utilisateur que l'évacuation est inférieure à une valeur préétablie. Si l'alarme sonne en continu, avisez la division entretien préventif et réparation du service des immeubles du problème (67800). Les hottes sont calibrées environ une fois par année par les mécaniciens en ventilation. Elles sont ajustées pour un bon fonctionnement lorsque les fenêtres du laboratoire sont fermées. N'ouvrez pas les fenêtres dans les laboratoires, sinon la ventilation sera débalancée et vous pourriez ne plus être protégé lors d'un travail sous la hotte chimique.

Afin que la hotte assure le degré le plus élevé de protection, les directives suivantes devraient être observées :

- Tout le gros appareillage à l'intérieur de la hotte devrait être placé sur des blocs ou des pattes pour permettre à l'air de circuler dessous.
- Seules les matières employées dans une expérience en cours devraient être placées dans la hotte. L'encombrement de la hotte peut créer des perturbations au niveau de la circulation d'air.
- Utiliser la hotte avec la vitre baissée le plus possible, sans nuire aux activités.
- Travailler le plus loin possible à l'intérieur de la hotte. Un minimum de 15 cm est recommandé.
- Tenez-vous debout devant la hotte, avec seuls les avant-bras à l'intérieur. La vitre baissée protégera ainsi votre visage et votre cou de toute projection.
- Les solutions et produits chimiques devraient également être placés loin dans la hotte.
- Éviter les courants d'air devant la hotte. Le trafic piétonnier peut être suffisant pour causer de la turbulence d'air.
- Éviter de laisser du papier dans la hotte, en particulier en travaillant avec des produits inflammables. Des papiers aspirés dans le conduit de la hotte peuvent réduire dramatiquement son efficacité.
- Tous les transferts de produits chimiques et de solvants devraient être faits sous la hotte (remplissage de pissettes par exemple). Des quantités limitées devraient être manipulées.
- Les solvants usés et autres déchets gardés dans une hotte devraient être clairement identifiés. Limiter les quantités à une bouteille de 4 L.
- Maintenir la vitre de la hotte baissée lorsque vous n'êtes pas présent.

Lorsque la protection assurée par une hotte chimique est insuffisante, inadéquate ou inexistante, les masques à cartouches pour vapeurs doivent être portés. L'analyse de risques devra être faite au cas par cas. Les masques à particules appropriés doivent également être portés lors de la manipulation de poudres ultrafines. Toute surface contaminée doit être nettoyée et décontaminée dans les meilleurs délais.

3.2 Masques pour vapeurs organiques et inorganiques

Afin de se protéger contre les vapeurs de natures organique et inorganique, deux types de masques et de cartouches sont mis à la disposition de l'utilisateur. Les demi-masques et masques faciaux complets de marque MSA de série Comfo peuvent être utilisés avec les cartouches de même marque de type GME et GME P100. Les cartouches de type GME offrent une protection contre les vapeurs organiques, de chlore, de dioxyde de soufre, de dioxyde de chlore, de chlorure d'hydrogène, de sulfure d'hydrogène, d'ammoniac, de méthylamine, de formaldéhyde et de fluorure d'hydrogène. Les cartouches de type GME P100 offrent la même protection chimique en plus de fournir une protection contre tous les types d'aérosol à particules. Les personnes devant porter ce type de protection respiratoire doivent recevoir une formation particulière de la part des responsables du laboratoire et un test d'ajustement (Fit Test) qualitatif doit être effectué avant le début de la première utilisation. Contacter la division SSMTE pour ce test.

Des facteurs de protection ont été élaborés pour les différents types de masque. Le facteur de protection (FP) est défini comme étant le rapport des concentrations des contaminants mesurées à l'extérieur de l'appareil de protection respiratoire (C_e) et à l'intérieur de l'appareil de protection respiratoire (C_i) : $FP = C_e/C_i$. Un demi-masque jetable a un FP de 10, un demi-masque à cartouches a un FP de 25 et un masque complet (full face) à cartouches a une protection de 50 à 100. Dépendamment de la concentration de particules toxiques, un masque peut donc vous offrir une protection insuffisante. Veillez à vous protéger de façon adéquate.

3.3 Masques pour aérosol à particules

Afin de se protéger contre les aérosols à particules, deux types de masques de marque 3M sont également disponibles. D'abord les masques jetables de type 8511 N95 conviennent pour les environnements poussiéreux ne comportant pas d'huile sous forme d'aérosol. Les demi-masques 3M de série 6000 sont pour leur part utilisés avec les cartouches 7093 P100. Ce type de cartouche offre une protection accrue contre tous les types d'aérosols à particules.